

# PROTOTYPE OF ADAPTIVE REAR LAMP

David Holinka

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xholin03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Edita Hejátková

E-mail: hejatka@feec.vutbr.cz

**Abstract:** The thesis focuses on the design of hardware and software prototype of adaptive automotive rear-lighting. Hardware includes a control module and LED module with 150 high brightness light emitting diodes. These diodes will be as an adaptive backlight for color LCD display. The device Raspberry Pi 3 was selected as the control element. This device includes the support of all communications buses which are used in this thesis.

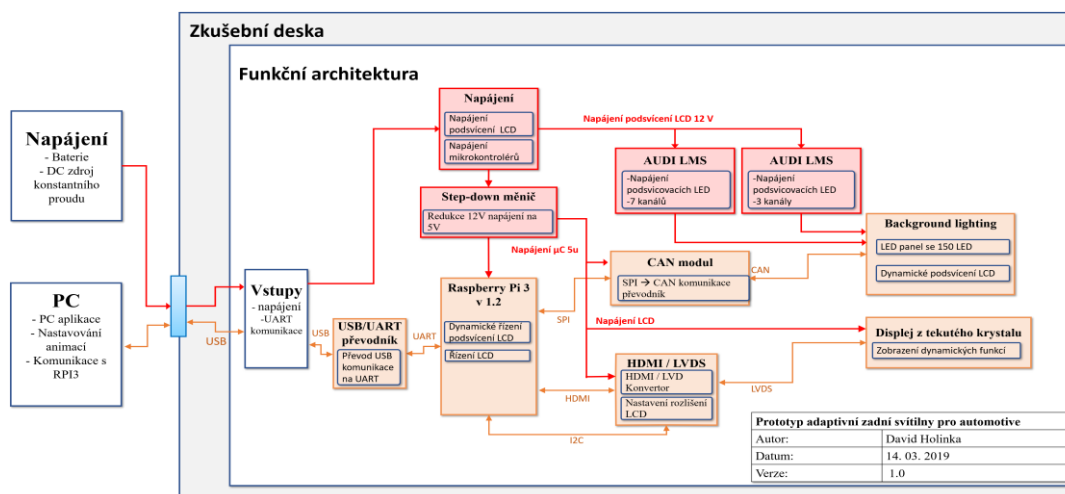
**Keywords:** LCD panel, LED, hardware, software

## 1 ÚVOD

Moderní automobilové osvětlení je globální megatrend. Zvyšující se technické pokroky v osvětlení inspirují motoristy, aby vyhledávali nejnovější inovace. Zvýšený výkon, vylepšení bezpečnosti a nezapomenutelný design jsou ústředním bodem trendů automobilového osvětlení. Před pár lety byly v osvětlení automobilů největším hitem LED (Light Emitting Diode). Dnešní absolutní novinkou jsou laserové světla. Je to také obrovský technologický krok vpřed od zavedení halogenových, xenonových a LED světlometů. Stálým trendem jsou také adaptivní diodové světlomety, které automaticky přizpůsobují světelný výstup dle okolní situace. Tato práce se zabývá právě konceptem adaptivních zadních světel, založených na nové zobrazovací technologii. Před adaptivní LED osvětlení byl přidán displej z tekutého krystalu, aby bylo dosaženo vyššího rozlišení. Adaptivní LED osvětlení plní funkci dynamického podsvícení LCD (Liquid Crystal Display) displeje, který umožní zobrazovat na zadních kombinovaných lampách automobilu různé obrazce ve vysokém rozlišení.

## 2 SYSTEM

Na následujícím obrázku, je znázorněno systémové schéma produktu.



Obrázek 1: Systémové schéma produktu

Systémové schéma produktu znázorňuje sestavení konceptu adaptivní zadní svítlny pro automobilové osvětlení. Celý systém je řízen počítačovou aplikací, ve které je možné navrhnout libovolné obrazce, které se budou zobrazovat na dynamicky podsvíceném LCD. Počítačová aplikace komunikuje pomocí sériové komunikační sběrnice UART s řídicím modulem Raspberry Pi 3 Model B V1.2.

Řídicímu modulu jsou odesílány data o požadovaném obrazci, který se bude zobrazovat na LCD. Tento obraz je dekodován, aby bylo zajištěno podsvícení pouze v místech kde se obrazec nachází. Ostatní místa budou zbarvena černě a nebudou podsvíceny. Tím je dosaženo vyššího kontrastu.

Adaptivní podsvícení zajišťuje tzv. LED panel, který je s řídicím modulem propojen pomocí sériové komunikační sběrnice CAN (Control Area Network) o rychlosti 500 Mbit/s. Po této sběrnici jsou již z řídicího modulu odesílána data o definovaném obrazci. Tyto data jsou adresy jednotlivých LED, které mají být sepnuty, aby byl obrazec správně podsvícen.

Řídicí modul je pomocí HDMI/LVDS převodníku připojen k displeji tekutého krystalu. K tomuto převodníku je také připojena komunikační sběrnice I2C, pomocí které je možné programovat mikrokontrolér na převodníku. Tento mikrokontrolér poskytuje informaci o tzv. EDID (Extended Display Identification Data) datech, které udávají datovou strukturu o podporovaném rozlišení LCD.

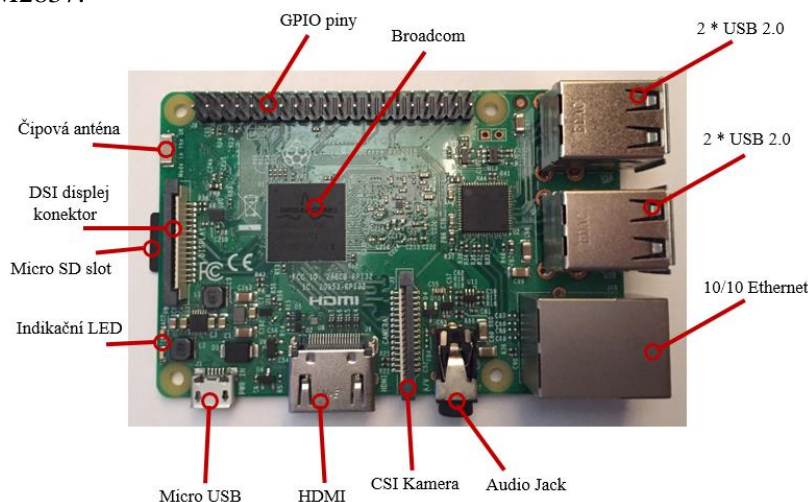
Napájení systému může být zajištěno pomocí 12 V baterie o kapacitě 7000 mAh, nebo při možnosti využití síťového napájení je možné použít spínaný zdroj 12 V/12,5 A o výkonu 150 W. Napětím 12 V jsou napájeny dvě řídicí jednotky světlometů automobilu AUDI LMS, které svými výstupními proudovými kanály napájejí LED panel. Další větev napájení je za step-down měničem napětí, který redukuje 12 V na 5 V pro napájení řídicího modulu, převodníků UART, CAN, a dalších integrovaných obvodů.

### 3 HARDWARE

V této kapitole jsou popsány základní hardwarové části, které jsou součástí této práce.

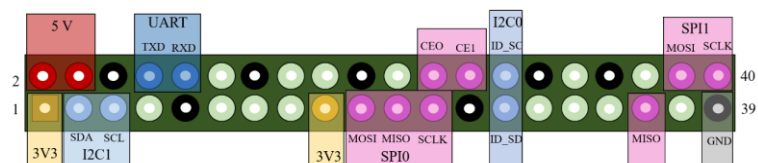
#### 3.1 ŘÍDICÍ MODUL

Řídicím modulem bylo zvoleno zařízení Raspberry Pi 3 Model B V1.2 (viz Obrázek 2). Zařízení obsahuje podporu všech potřebných komunikačních sběrnic. Základem tohoto mikropočítače je 64 bitový proces, který se skládá ze 4 jader ARM Cortex-A53 a pracuje na 1,2 GHz. Obsahuje také integrovanou Wi-Fi 802.11n a Bluetooth 4.1. Raspberry Pi 3 je vybaveno SoC (System on Chip) Broadcom BCM2837.



**Obrázek 2:** Řídicí modul Raspberry Pi 3 Model B V1.2

Jednou z nejpoužívanějších částí řídicího modulu je konektor s GPIO (General Purpose Input/Output) piny (schématické znázornění je zobrazeno na Obrázku 3). Tento konektor obsahuje vstupně/výstupní piny, na kterých je možné nastavit logickou 0/1, respektive 0 V/3,3 V.



**Obrázek 3:** Rozložení pinů GPIO konektoru Raspberry Pi 3

Vedle vstupně/výstupních pinů je možné využít pinů se speciální funkcí. Například pro sériovou komunikační sběrnici UART jsou to piny čísla (viz Tabulka č.1):

Raspberry Pi 3: Pin #	Funkce
08	TXD0
10	RXD0

**Tabulka 1:** Rozložení pinů Raspberry Pi 3 pro komunikace UART

Tato komunikace je použita pro připojení řídicího modulu k počítači pro přenos informací o nadeřinovaných obrazcích. Rychlost datového přenosu je nastavena na 9600 baud rate.

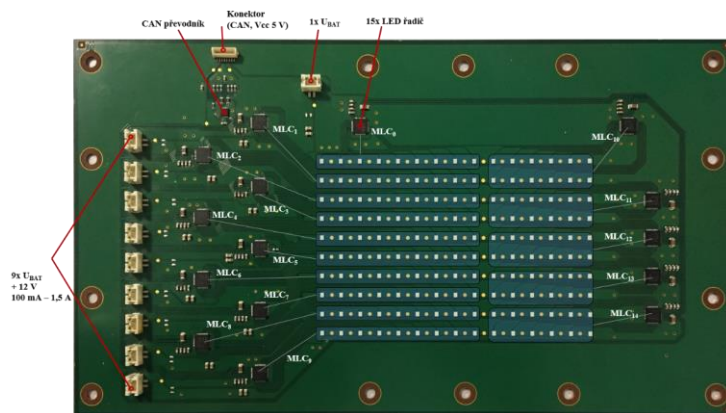
### 3.2 CAN MODUL

Další použité piny jsou pro komunikaci SPI, pomocí kterých je připojen modul převodníku sériové komunikační sběrnice CAN. Modul obsahuje řídicí integrovaný obvod MCP2515 a přijímací obvod TJA1050. Pomocí tohoto modulu lze snadno ovládat všechna zařízení připojená ke sběrnici CAN pomocí rozhraní SPI.

Převodník sběrnice CAN bylo nutné před použitím modifikovat. Použitý modul má pouze jeden napájecí pin Vcc. Integrovaný obvod MCP2515 je nutné napájet 3,3 V, avšak CAN přijímač TJA1050 musí být napájen alespoň 5 V. Je potřeba tyto napájecí cesty oddělit a pro obvod TJA1050 přivést zvlášť napájení 5 V přímo z konektoru Raspberry Pi 3 (#Pin 2).

### 3.3 LED PANEL

Pro zajištění dynamického podsvícení LCD displeje je použitý tzv. LED panel (viz Obrázek 4). Návrhu tohoto hardware se zabýval ve své diplomové práci Jiří Prokš. Jedná se o desku plošných spojů, která je osazena celkem 150 vysoce svítivými LED bílé barvy.



**Obrázek 4:** Rozbor desky plošných spojů LED panelu

Při návrhu desky plošných spojů byl brán ohled především na vysoké rozlišení. Tím je myšleno co největší koncentrace LED na určitou plochu. Při výběru vhodné LED byl brán ohled především na rozměry, velikost maximálního proudu a světelný tok.

Jako nejvhodnější LED byla zvolena Oscon Compact CL. Její malé rozměry umožnily vytvořit matici o celkem 150 LED (10 x 15). Jednotlivé LED jsou připojeny vždy k jednomu z dvanácti výstupních kanálů celkem patnácti LED řadičů, které umožňují pomocí PWM signálu řídit jas každé LED nezávisle na sobě.

Pro řízení jednotlivých LED je použitý obvod ASL5015SN od výrobce NXP. Je to flexibilní ovladač Matrix Led Controller (MLC). Tento obvod se používá především pro moderní automobilové osvětlení. MLC poskytuje individuální řízení LED v konfiguraci matice. Prostřednictvím tohoto individuálního řízení LED, může být osvětlovací systém automobilu konfigurován pro různé pokročilé funkce. MLC má integrovaných 12 výstupních spínačů, konfigurované do celkem 4 bloků po 3 přepínačích. Každý individuální integrovaný spínač může být zapojen paralelně s jednotlivými LED, aby umožnil jejich individuální řízení, nebo pro řízení více LED může být zapojen celý řetězec. Každý blok spínačů je schopen dodávat napětí 60 V. Vnitřní spínače jsou dimenzovány tak, aby umožnili řízení 12 LED s proudem až 1,5 A. Jednotlivé bloky je možné zapojit paralelně pro získání proudu vyššího než 1,5 A. Tento LED kontrolér má integrovanou funkci generování PWM signálu. Interně generovaný duty cycle (pracovní cyklus) PWM má rozlišení 12 bitů s frekvencí PWM buď 244 Hz nebo 488 Hz. PWM signál je určován z informací uložených v paměti MTP (Multiple Time Programmable) v MLC ve formě stmívacích koeficientů polynomiálních křivek. Každý z celkem patnácti LED kontrolérů má svoji originální adresu, aby bylo možné přesně určit, s kterým obvodem bude řídicí modul komunikovat.

Jelikož se jedná o výkonové LED, které jsou umístěny blízko sebe, bylo třeba brát ohled na tepelné zatížení základního materiálu. Pro dobrý odvod tepla byl zvolen jako základní materiál jednostranně plátovaný měděný substrát. Pod tento substrát byly navíc zajištěny hliníkové chladiče doplněné ventilátorem.

Výroba desky plošných spojů proběhla v externí firmě. Osazení bylo provedeno v prototypové dílně ve firmě pomocí osazovacího automatu. Pro pájení byla použita metoda pájení v párách.

## 4 SOFTWARE

Kompletní řešení řídicího software je psáno v programovacím jazyce C a postup vývoje je dle standardního vývojového procesu pro vývoj SW v automotive (SW analýza, SW architektura, SW design, implementace). Počítačová aplikace je vyvíjena v prostředí Microsoft Visual studio a je pro její vývoj použit programovací jazyk C#.

## 5 ZÁVĚR

Cílem práce byl návrh HW a SW prototypu adaptivní zadní svítidly pro automobilové osvětlení založené na nové zobrazovací technologii. Prototyp byl navržen, vytvořen, oživen a řádně otestován. V diplomové práci je pojednáno také o funkční bezpečnosti tohoto zařízení, aby bylo zařízení kompatibilní s normou ISO 26262, pomocí které jsme schopni minimalizovat všechna nežádoucí rizika. V dnešní době bez certifikovaného systému funkční bezpečnosti podle normy ISO 26262 je téměř nemožné dodávat automobilové komponenty jednotlivým automobilovým značkám.

## REFERENCE

- [1] PROKŠ, J. Zákaznický upravitelný modul zadní skupinové svítidly s HD rozlišením. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 79 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vilém Kledrowetz, Ph.D..